

**Sveučilište u Zagrebu**  
**Prehrambeno-biotehnološki fakultet**  
**Preddiplomski studij Nutricionizam**

**Anja Karatović**

7114/N

**DISTRIBUCIJA I PROMJENA INDEKSA TJELESNE MASE ŽENA U REPUBLICI**  
**HRVATSKOJ**

**ZAVRŠNI RAD**

**Predmet: Modeliranje i optimiranje u nutricionizmu**

**Mentor:** prof. dr.sc. *Jasenka Gajdoš Kljusurić*

**Zagreb, 2018.**

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

**Završni rad**

**Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Preddiplomski studij Nutricionizam  
Zavod za procesno inženjerstvo  
Laboratorij za mjerenje, regulaciju i automatizaciju**

**Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Nutricionizam**

### **DISTRIBUCIJA I PROMJENA INDEKSA TJELESNE MASE ŽENA U REPUBLICI HRVATSKOJ**

***Anja Karatović, 0058207073***

**Sažetak:** Iz općeg upitnika prikupljeni su podaci o osnovnim antropometrijskim značajkama (tjelesna masa i visina) žena. Ti podaci omogućili su izračun indeksa tjelesne mase i usporedbu sa podacima iz literature, kao i praćenje njegove promjene ovisno o stupnju obrazovanja i dobi. Na skupu prikupljenih podataka za 522 ispitanice, prikazana je distribucija indeksa tjelesne mase kao pokazatelja nutritivnog statusa. U prikazu distribucije korišteni su momenti koji predstavljaju mjere kojima se ocjenjuje oblik razdiobe. Momenti ukazuju na srednju vrijednost indeksa tjelesne mase koji ukazuje na normalnu uhranjenost ( $23,6 \text{ kg/m}^2$ ) sa tendencijom pozitivne asimetrije ( $M_3=1,1$ ) što ukazuje na veći udio osoba koje su gojazne od onih koje su neuhranjene. Obzirom na epidemiju pretilosti, analizirani su i podaci indeksa tjelesne mase od 1975. – 2016. godine. Na navedenim podacima prikazan je trend pomaka srednjih vrijednosti indeksa tjelesne mase prema sve većim vrijednostima.

**Ključne riječi:** indeks tjelesne mase, žene, promjene

**Rad sadrži:** 22 stranice, 11 slika, 6 tablica, 22 literaturna navoda, 1 prilog

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb**

**Mentor:** *prof. dr.sc. Jasenka Gajdoš Kljusurić*

**Pomoć pri izradi:** *prof. dr.sc. Jasenka Gajdoš Kljusurić*

**Datum obrane:** 9. srpnja 2018.

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Bachelor thesis**

**University of Zagreb**  
**Faculty of Food Technology and Biotechnology**  
**Undergraduate studies Nutrition**  
**Department of Process engineering**  
**Laboratory for Measurement, Regulation and Automatisation**

**Scientific area: Biotechnical Sciences**  
**Scientific field: Nutrition**

### **DISTRIBUTION AND CHANGE OF BODY MASS INDEX OF WOMEN IN CROATIA**

***Anja Karatović, 0058207073***

**Abstract:** From the general questionnaire, data on basic anthropometric characteristics (weight and height) of women were collected. These data allowed calculating body mass index and its comparison with literature data, as well as tracking its changes depending on the level of education and age. At the collection of data collected for 522 respondents, distribution of the body mass index was used as an indicator of nutritional status. In the view of distribution presentation, the moments that represent the measures to evaluate the form of the distribution are used. Calculated moments show that the average body mass index indicate normal nutritional status ( $23.6 \text{ kg/m}^2$ ) with positive asymmetry ( $M_3 = 1.1$ ) which indicates the tendency of higher proportion of people who are suffering from obesity than those who are underweighted. Given the epidemic of obesity, analysed were data of body mass index from 1975 to 2016. The results show the trend of the average body mass index shifting to higher values.

**Keywords:** body mass index, females, changes

**Thesis contains:** 22 pages, 11 figures, 6 tables, 11 references, 1 supplement

**Original in:** Croatian

**Thesis is in printed and electronic form deposited in the library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb**

**Mentor:** *PhD Jasenka Gajdoš Kljusurić, full prof.*

**Technical support and assistance:** *PhD Jasenka Gajdoš Kljusurić, full prof.*

**Defence date:** July 9<sup>th</sup> 2018

# Sadržaj

<b>1. Uvod</b>	<b>1</b>
<b>2. Glavni dio</b>	<b>2</b>
<b>2.1. Antropometrija</b>	<b>2</b>
2.1.1. Antropometrijska mjerenja	2
2.1.1.1. Mjerenje tjelesne mase i visine	3
2.1.1.2. Mjerenje opsega	4
2.1.1.3. Mjerenje debljine kožnog nabora	4
2.1.1.4. Indeks tjelesne mase	5
<b>2.2. Antropometrija i pretilost</b>	<b>7</b>
<b>2.3. Normalna distribucija</b>	<b>8</b>
2.3.1. Momenti statističkih skupova	9
<b>Aritmetička sredina ili moment 1 (<math>M_1</math>)</b>	9
<b>Standardna devijacija ili moment 2 (<math>M_2</math>)</b>	9
<b>Koeficijent asimetrije ili moment 3 (<math>M_3</math>)</b>	10
<b>Koeficijent spljoštenosti ili moment 4 (<math>M_4</math>)</b>	10
<b>3. Ispitanici i metode</b>	<b>11</b>
<b>3.1. Ispitanici</b>	<b>11</b>
<b>3.2. Metode</b>	<b>12</b>
<b>4. Rezultati i rasprava</b>	<b>13</b>
<b>4.1. Distribucija indeksa tjelesne mase</b>	<b>13</b>
<b>4.2. Ovisnost indeksa tjelesne mase o dobi</b>	<b>17</b>
<b>4.3. Ovisnost indeksa tjelesne mase o stupnju obrazovanja</b>	<b>18</b>
<b>5. Zaključak</b>	<b>20</b>
<b>6. Popis literature</b>	<b>21</b>

## 1. Uvod

U procjeni nutritivnog statusa populacije koriste se različiti parametri, ovisno o dobi. Tako će nutritivni status dojenčadi, djece i mladih biti procjenjivan prema percentilnim krivuljama, a za odrasle osobe se koriste antropometrijski parametri kao što je indeks tjelesne mase (ITM), omjer opsegs struka i bokova (tzv. WHR od engleskog: waist-hip ratio), opseg struka i bokova, udio masnog tkiva itd.

Ono što je primijećeno praćenjem nutritivnog statusa je porast dijela populacije koja je gojazna i/ili naginje pretilosti. Gojaznost (debljina/pretilost) je svako povećanje 10 i više posto od idealne tjelesne mase, te predstavlja kroničnu bolest koja nastaje prekomjernim nakupljanjem masti u organizmu i povećanjem tjelesne mase.

Svjetska zdravstvena organizacija upozorava kako je epidemija ove bolesti u porastu te se ubraja u vodeće bolesti suvremene civilizacije. Ovisno o stupnju, ova bolest djeluje na mnoge organe i organske sustave, a povećava rizik oboljenja kardiovaskularnog sustava te smanjuje kvalitetu života. Učestalost raste u svim dobnim skupinama te je u pubertetu podjednaka među oba spola, a poslije njega češća je u ženskoj populaciji.

Cilj ovog rada je proučiti podatke o prosječnom ITM za žene u RH u zadnjih 40 godina te uz slikovite primjere usporedbe pokazati što se i koliko promijenilo.

Korištene su standardne metode ispitivanja distribucijskih krivulja populacije te se sa momentima centralne tendencije pokazalo na primjeru anketiranih ženskih osoba u 2017. godini, asimetričnost i spljoštenost normalne distribucije.

## **2. Glavni dio**

### **2.1. Antropometrija**

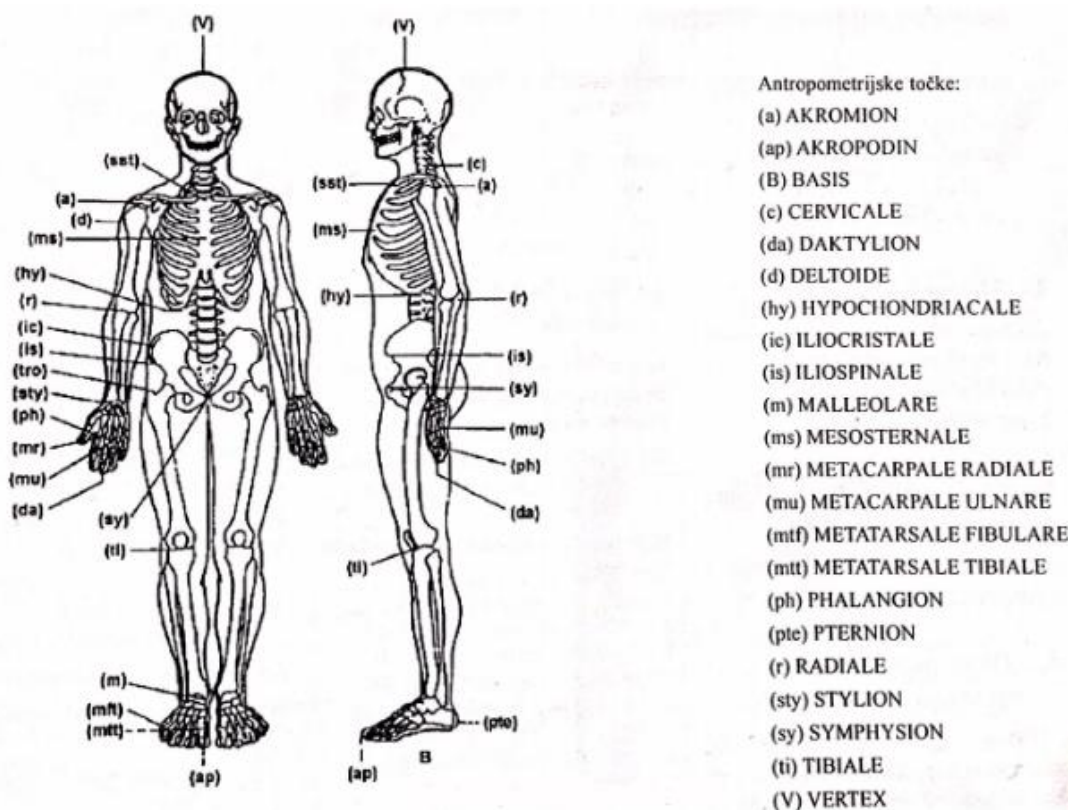
Antropometrija je istraživačka metoda antropologije, a bavi se utvrđivanjem dimenzija ljudskog tijela i njihovim prosuđivanjem. Pojam antropometrija potječe od grčkih riječi *ánthropos* što znači čovjek te *mètron* što znači mjera. Cilj antropometrije je da što točnijim mjerenjem okarakterizira morfološke te fiziološke osobine ljudskoga tijela (Ujević i sur., 2006).

Antropometriju karakterizira to što je ona neinvazivna, jeftina, prenosiva i primjenjiva metoda koja služi za procjenu veličine, proporcija i sastava ljudskoga tijela. Zbog toga je njena upotreba široko rasprostranjena za praćenje i predviđanje prehrambenog statusa i zdravlja pojedinca, ali i populacije (de Onis i Habicht, 1996).

#### **2.1.1. Antropometrijska mjerenja**

Zbog jednostavnosti i brzine mjerenja, najčešće se koriste samo mjerenje visine i mase tijela te se iz njih onda izvodi indeks tjelesne mase što je omjer mase i kvadrata visine. Kod temeljitijih pristupa mjere se još različiti opsezi, kožni nabori te promjeri koji omogućuju precizniju procjenu sastava i građe tijela. Prednost ovih mjerenja nad drugim metodama za procjenu stanja uhranjenosti je što su jeftina, jednostavne su izvedbe te su ponovljiva. Rezultati koji su dobiveni antropometrijom uspoređuju se s referentnim vrijednostima kako bi se procijenilo je li stupanj uhranjenosti normalan ili postoje odstupanja, stoga je odabir referentnih vrijednosti važan korak pri donošenju zaključaka o stupnju uhranjenosti pojedinca (Ujević i sur., 2006). Za utvrđivanje tjelesnih mjera koristi se komplet antropometrijskih instrumenata, mjerne vrpce, priručni uređaji te posebno konstruirane naprave (Ujević i sur., 2005).

Prije samog mjerenja potrebno je najprije odrediti točan položaj određenih antropometrijskih točki na ljudskome tijelu te je potrebno te točke i označiti. Antropometrijske točke se dijele na fiksne i virtualne točke. Fiksne antropometrijske točke su jasno uočljive, njihov položaj se lako utvrđuje jer se uvijek nalaze na istom dijelu tijela, dok se položaj virtualnih antropometrijskih točaka mijenja obzirom na položaj tijela. Određivanje položaja virtualnih točki ovisi o ravnini na kojoj se ispitanik nalaza te o uvježbanosti ispitivača koji provodi mjerenje. Položaj točki se utvrđuje dok je tijelo u standardnom položaju, odnosno dok je tijelo uspravno. Tek nakon što je tijelo postavljeno u standardni položaj i nakon što su označene pojedine antropometrijske točke (slika 1) može se prijeći na mjerenje (Ujević i sur., 2005).



**Slika 1.** Antropometrijske točke mjerenja (Ujević i sur. 2005)

#### **2.1.1.1. Mjerenje tjelesne mase i visine**

Tjelesna masa se najčešće koristi za procjenu pretilosti, a osobe s velikom tjelesnom masom općenito imaju veće količine tjelesne masti. Za mjerenje mase dostupne su različite vage koje treba redovito kalibrirati kako bi mjerenje bilo što preciznije. Tjelesna masa se mijenja s dobi, kako kod djece tokom rasta i razvoja, tako i kod odraslih jer nakupljaju masno tkivo. Međutim, ako se samo promatra tjelesna masa bez drugih tjelesnih parametara može se doći do pogrešnih zaključaka o stupnju uhranjenosti jer je masa usko povezana s drugim parametrima, kao što je na primjer tjelesna visina (Duren i sur., 2008).

Pri mjerenju tjelesne visine potrebno je voditi računa o tome da osoba stoji bez čarapa i cipela, skupljenih peta i potpuno ispružena s opuštenim ramenima te da se nalazi na ravnoj podlozi. Pri mjerenju visine glava treba biti u takvom položaju da „frankfurtska horizontala“ bude u vodoravnom položaju. Uz mjernu traku se horizontalno spušta mjerka, npr. trokut dok ne dodirne tjeme glave te se očitava vrijednost koju izražavamo do najbližeg 0,1 cm (Ujević i sur., 2005).

#### **2.1.1.2. Mjerenje opsega**

Osim tjelesne visine, ostale glavne tjelesne mjere koje se isključivo dobivaju mjerenjem tijela su opseg struka, opseg bokova, opseg grudi te opseg vrata. Njihove vrijednosti i proporcionalni odnosi onda služe za izračunavanje pomoćnih tjelesnih mjera kao što su duljina i širina leđa, širina ramena, opseg bedara, opseg lista i sl. (Ujević i sur., 2003).

Antropometrijskim metodama mjerenja opsega udova u kombinaciji s mjerenjem debljine kožnog nabora procjenjuje se površina mišića, odnosno masti na presjeku. Najčešće se mjeri opseg nadlaktice te bedra, a pomoću tih mjera procjenjuju se promjene na mišićima koje su nastale zbog njihove neupotrebe, odnosno mirovanja, ortopedskih disfunkcija te vježbanja (Brodie i sur., 1998.). Mjere opsega struka i bokova te omjer opsega struka bokova i omjer opsega struka i visine antropometrijski su indeksi koji procjenjuju abdominalnu pretilost (Mushtaq i sur., 2011).

Za procjenu proteinsko-energetske malnutricije često se koristi mjerenje opsega nadlaktice, no problem je što takvo mjerenje zapravo obuhvaća mjeru masnog, mišićnog i koštanog tkiva. Upravo iz tog razloga Gurney i Jelliffe su 1973. predložili formulu za izračun površine presjeka mišića nadlaktice (Brodie i sur., 1998) koja osim opsega nadlaktice uključuje i debljinu kožnog nabora na tricepsu.

Pretilost se definira kao nakupljanje velike količine abdominalnog masnog tkiva, uključujući potkožno i visceralno masno tkivo. Osobe koje su po opsegu struka u gornjim percentilima smatraju se pretilima te imaju povećan rizik za razvoj dijabetesa tip II, metaboličkog sindroma pa čak i visokog rizika od smrtnosti. Omjer opsega struka, točnije abdomena i opsega bokova (WHR) ukazuje na distribuciju masnog tkiva. WHR veći od 0,85 predstavlja androidnu raspodjelu tkiva, odnosno da masno tkivo se više nalazi na gornjem dijelu trupa. Omjer veći od 1,0 za muškarce, odnosno 0,85 za žene povećava rizik od kardiovaskularnih bolesti, dijabetesa te raka (Duren i sur., 2008).

#### **2.1.1.3. Mjerenje debljine kožnog nabora**

Često korištena metoda za određivanje količine potkožnog masnog tkiva u širokom rasponu znanosti kao što su medicinske, zdravstvene te sportske je mjerenje debljine kožnog nabora. Debljina kožnog nabora može biti razuman pokazatelj količine potkožnog masnog tkiva bolje kod muškaraca nego kod žena. Za ovu metodu se razvilo veliko zanimanje jer je neinvazivna metoda te je lako pristupiti kožnim naborima. Metoda mjerenja debljine kožnog nabora kaliperom postala je rutinska laboratorijska i terenska metoda (Clarys i sur., 2005).



Međutim, ova metoda ima ograničenu uporabu kod odraslih osoba koji imaju prekomjernu tjelesnu masu ili su pretili jer je kod većine kalipera gornja mjerna granica od 45 do 55 mm. Noviji kaliperi imaju veću gornju granicu, no to nije riješilo problem budući da ostaje problem težeg zahvaćanja i pridržavanja velikog kožnog nabora (Duren i sur., 2008).

#### **2.1.1.4. Indeks tjelesne mase**

Postoje brojni indeksi koji povezuju tjelesnu masu i visinu, ali najčešće se koristi indeks tjelesne mase (ITM), odnosno BMI, prema engleskom nazivu *Body Mass Index*. Indeks tjelesne mase definira se kao omjer tjelesne mase u kilogramima i kvadrata tjelesne visine u metrima kvadratnim. ITM je prikladna antropometrijska mjera jer potrebni mjerni instrumenti, vaga i mjerne trake, zahtijevaju minimalnu obuku osobe koja provodi mjerenje, jeftini su, gotovo pa ih ne treba održavati te se mjerenja jednostavno mogu ponoviti i dobiju se precizne vrijednosti (Ellis, 2001).

Dostupnost opsežnih referentnih nacionalnih podataka velika je prednost za korištenje ITM. Također, veliki doprinos je i što ITM ima uspostavljene odnose sa količinom tjelesnog masnog tkiva te razinama morbiditeta i mortaliteta kod odraslih. Kod odraslih osoba, vrijednosti ITM iznad  $25 \text{ kg/m}^2$  povezane su sa povećanim rizikom od smrtnosti, dok kod djece indeks tjelesne mase nije izravan pokazatelj zbog rasta (Duren i sur., 2008).

Indeksom tjelesne mase određuje se višak kilograma za određenu visinu te se pokazalo da dobro korelira s količinom masnoga tkiva, no ITM nije izravan pokazatelj mase masnog tkiva u organizmu. Veza između ITM i postotka tjelesne masti uvjetovana je okolišnim čimbenicima kao što su razina tjelesne aktivnosti, dob, spol pa čak i etnicitet. Indeks tjelesne mase se ipak najčešće koristi za procjenu rizika od bolesti povezanih sa povećanom tjelesnom masom jer su druge metode poput mjerenja debljine kožnog nabora ili podvodnog vaganja skuplje i invazivnije metode te zahtijevaju više vremena, bolje obučeno osoblje i napornije su za samog ispitanika. (Bhurosy i Jeewon, 2013.)

#### **Granične vrijednosti indeksa tjelesne mase**

Svjetska zdravstvena organizacija (WHO, 2018) definira indeks tjelesne mase kao mjeru koja ukazuje na prehrambeni status odraslih osoba obzirom na tjelesnu masu i tjelesnu visinu te se osobe starije od 20 godina obzirom na ITM svrstavaju u jednu od šest kategorija.

**Tablica 1.** Kategorije uhranjenosti prema vrijednosti indeksa tjelesne mase (WHO, 2018)

<b>Indeks tjelesne mase (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Kategorija uhranjenosti / prehrambeni status</b>
< 18,5	Pothranjenost
18,5 – 24,9	adekvatna tjelesna masa
25,0 – 29,9	prekomjerna tjelesna masa
30,0 – 34,9	pretilost I. stupnja
35,0 – 39,9	pretilost II. Stupnja
> 40	pretilost III. stupnja

Ovi rasponi ITM temelje se na djelovanju prekomjerne količine masnoga tkiva na razvoj bolesti te na smrt. Indeks tjelesne mase se razvio kao pokazatelj rizika od bolesti, kako raste ITM, tako se i rizik povećava.

### **Indeks tjelesne mase kod djece**

Izračun indeksa tjelesne mase za djecu i adolescente isti je kao i za odrasle osobe (Freedman i sur., 2013). Kod njih se stupanj uhranjenosti ne određuje samo na temelju izračunatog ITM, nego se on uspoređuje sa percentilima (WHO, 2017). S obzirom na to da se masa i visina mijenjaju tijekom rasta i razvoja ITM u djece se tumači u odnosu na drugu djecu istog spola i dobi. Obzirom na pripadnost pojedinom percentilu, djeca i adolescenti se u jednu od četiri kategorije stupnja uhranjenosti (CDC, 2018).

**Tablica 2.** Kategorija uhranjenosti prema percentilnim vrijednostima (WHO, 2017; CDC, 2018)

<b>Percentil</b>	<b>Kategorija uhranjenosti</b>
< 5. percentil	Pothranjenost
5. – 85. percentil	adekvatna tjelesna masa
85. – 95. percentil	prekomjerna tjelesna masa
> 95. percentila	Pretilost

## **2.2. Antropometrija i pretilost**

Svjetska zdravstvena organizacija (WHO, 2017) navodi da je glavni uzrok prekomjerne tjelesne mase energetska neravnoteža između unesenih i potrošenih kalorija. Kao glavni razlog energetske neravnoteže navode povećan unos namirnica visoke energetske gustoće koje su bogate mastima, povećanje tjelesne neaktivnosti zbog sjedilačkog načina života i poslova koje su više sjedilačkog karaktera, mijenjanje načina prijevoza te urbanizacija. Pretilost u dječjoj dobi povezuje se s većom vjerojatnosti za pretilost, invalidnost te preranu smrt u odrasloj dobi. Uz navedene rizike u odrasloj dobi, pretila djeca doživljavaju poteškoće pri disanju, povećani rizik od prijeloma, hipertenziju, inzulinsku rezistenciju te razne probleme psihološke prirode.

Prekomjerna tjelesna masa i pretilost povezani su sa sve većim brojem smrtnih slučajeva u cijelom svijetu, a na globalnoj razini ima više ljudi koji su pretili nego pothranjenih. To se podrazumijeva za sve regije svijeta osim dijelova subsaharske Afrike i Azije (WHO, 2017).

Prema podacima WHO u 2016. više 1,9 milijardi odraslih osoba starijih od 18 ima prekomjernu tjelesnu masu, a od njih je 650 milijuna je pretilo, što znači da je 39% odraslih prekomjerne tjelesne mase, a 13 % svjetske populacije 2016. bilo je pretilo. Te iste godine procijenjeno je da je oko 52 milijuna djece mlađih od 5 godina također pretilo te da se udio pretile djece u Africi povećao za 50 % od 2000. Preko 340 milijuna djece i adolescenata u dobi između 5 i 19 godina je pretilo.

Iz tih podataka može se zaključiti da se prevalencija pretilosti gotovo utrostručila između 1975. i 2016. godine (WHO, 2017).

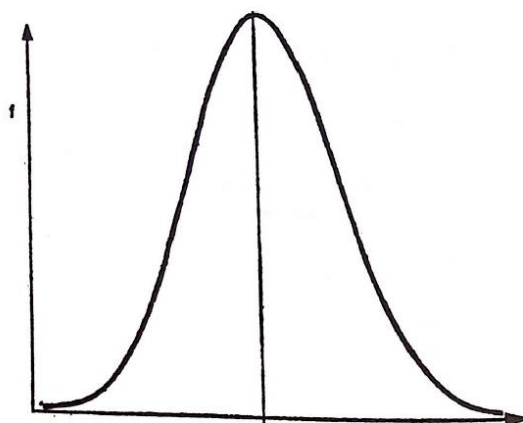
Procjenjuje se da u Republici Hrvatskoj oko 60 % stanovništva ili ima prekomjernu tjelesnu masu ili je pretilo. 20,37 % odraslog stanovništva je pretilo, 20,14 % muškaraca te 20,6 % žena (Musić Milanović, 2010).

### 2.3. Normalna distribucija

Kod različitih mjerenja rezultati koje dobijemo pokazuju dvije tendencije, prva je tendencija grupiranja oko neke srednje vrijednosti, a druga je tendencija raspršenja oko te vrijednosti. Takva raspodjela rezultata naziva se normalna raspodjela, a krivulja koja to prikazuje naziva se normalna krivulja ili Gaussova krivulja prema matematičaru koji ju je definirao. Gaussova krivulja se još naziva i zvonolikom krivuljom prema njenom karakterističnom zvonastom obliku (Petz, 2004). Normalna razdioba je teorijski model koji opisuje simetričnu raspodjelu rezultata nekog mjerenja čija gustoća opada udaljavanjem od središta simetrije (Pauše, 1993).

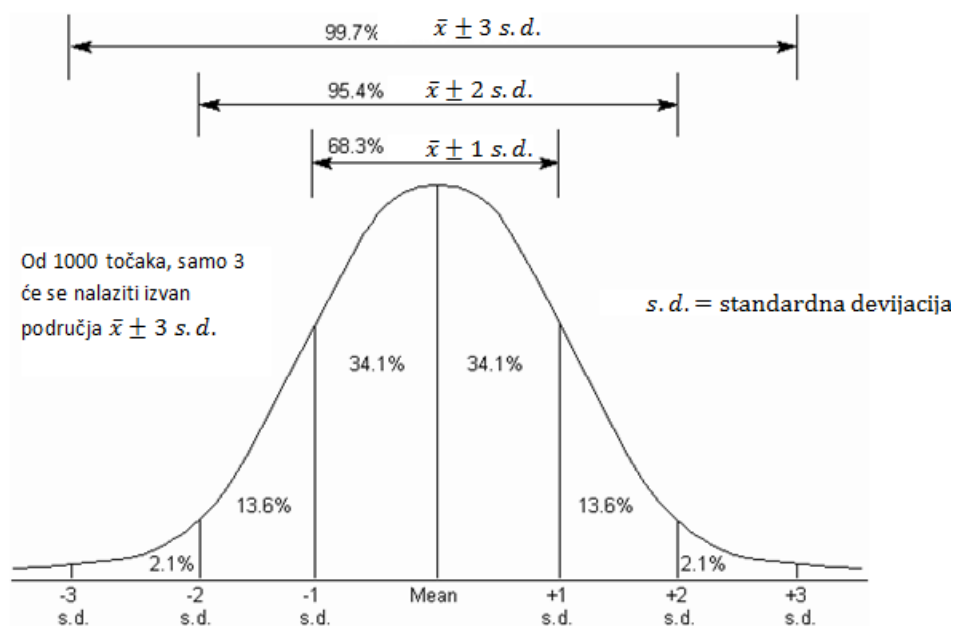
Kako bi nekim mjerenjem dobili normalnu razdiobu rezultata, potrebno je zadovoljiti četiri uvjeta (Petz, 2004):

1. Sve ono što mjerimo stvarno se raspoređuje po normalnoj razdiobi.
2. Potreban je velik broj mjerenja, tj. rezultata.
3. Sva mjerenja trebaju biti provedena istom metodom u što sličnijim uvjetima.
4. Skupina koju mjerimo mora biti homogena po svim svojstvima osim po onom kojeg mjerimo, po njemu mora biti heterogena.



**Slika 2.** Krivulja normalne distribucije (Petz, 2004).

Kod normalne distribucije, važni parametri su srednja vrijednost te standardna devijacija, te njihova veza, kao što pokazuje slika 3 (Gallik, 2013).



**Slika 3.** Normalna distribucija (prikaz sa srednjom vrijednošću i standardnom devijacijom) (Gallik, 2013)

O samoj distribuciji, više govore momenti kojima se frekvencije opisuju.

### 2.3.1. Momenti statističkih skupova

Momenti su mjere kojima se ocjenjuje oblik razdiobe. To su moment oko centra, tj. aritmetička sredina, standardna devijacija, koeficijent asimetrije te koeficijent spljoštenosti (Vranić, 1958).

#### Aritmetička sredina ili moment 1 ( $M_1$ )

Aritmetička sredina je jedna od najčešćih i najpoznatijih mjera prosjeka te je jedan od najčešće izvođenih računa za statističke potrebe. Osnovna formula je za njeno izračunavanje je dijeljenje sume svih rezultata sa ukupnim brojem rezultata. U statistici se aritmetička sredina označava sa  $\bar{X}$  (Petz, 2004).

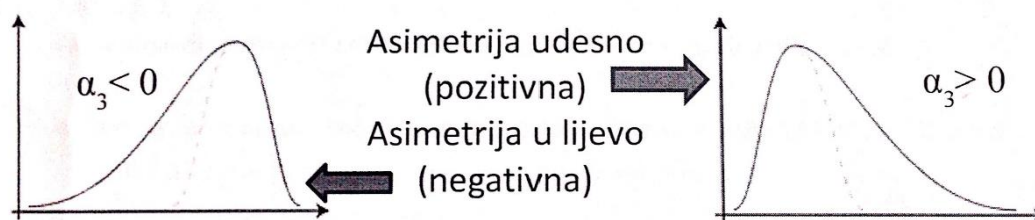
#### Standardna devijacija ili moment 2 ( $M_2$ )

Ako nas zanima prosječno odstupanje pojedinog rezultata moguće je izračunati srednje odstupanje bez obzira na predznak, no kada bi prosječno odstupanje računali vodeći računa o predznaku kao rezultat bi uvijek dobivali nulu. Kako bi se izbjegli predznaci odstupanja ta odstupanja se kvadriraju. Ako takva kvadrirana odstupanja zbrojimo te im izračunamo aritmetičku sredinu dobiti ćemo varijancu, a varijanca je mjera varijabiliteta. Varijancu je nemoguće grafički prikazati dok se drugi korijen iz varijance može prikazati kao potpuno

definirani razmak na skali rezultata. Drugi korijen iz varijance naziva se standardna devijacija i koristi se kao standard za mjerenje varijabiliteta rezultata, a označava se sa  $s$ , S.D. (s.d.) ili  $\sigma$  (Petz, 2004).

### Koeficijent asimetrije ili moment 3 ( $M_3$ )

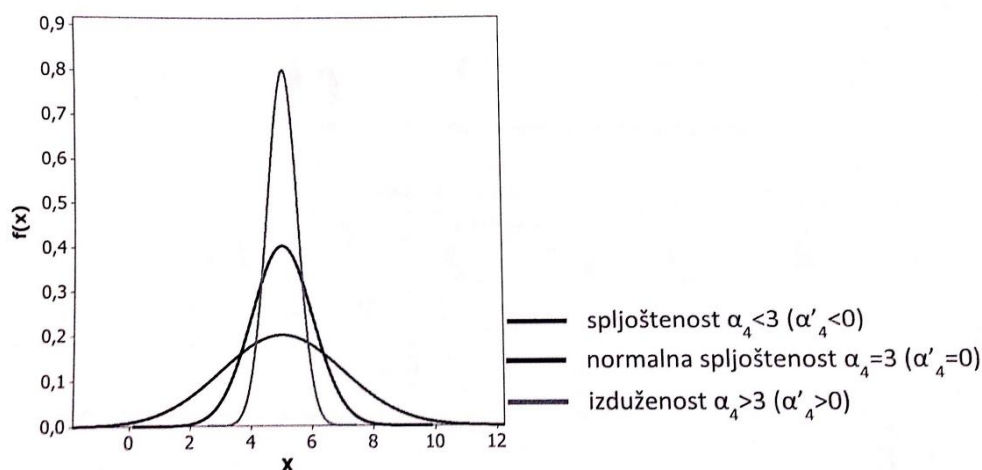
Koeficijent asimetrije je mjera nagnutosti raspodjele na desnu ili na lijevu stranu. Asimetrija u desno je pozitivna, a asimetrija u lijevo je negativna. Koeficijent asimetrije označava se sa  $\alpha_3$ .



**Slika 4.** Prikaz asimetrije (odstupanje od normalne distribucije) (Vranić, 1958)

### Koeficijent spljoštenosti ili moment 4 ( $M_4$ )

Koeficijent spljoštenosti daje nam uvid u spljoštenost, odnosno zaobljenost distribucije te se označava sa  $\alpha_4$ . Ako je  $\alpha_4 < 3$  riječ je o spljoštenosti, a ako je  $\alpha_4 > 3$  o izduženosti dok je  $\alpha_4 = 3$  normalna spljoštenost (Vranić, 1958).



**Slika 5.** Prikaz odstupanja distribucije od normalne (izduženost ili spljoštenost) (Vranić, 1958)

### **3. Ispitanici i metode**

#### **3.1. Ispitanici**

Osobe različite dobi ispunjavale su upitnik u kojem su sami davali informacije o svojoj tjelesnoj visini i tjelesnoj masi iz kojih je kasnije izračunat indeks tjelesne mase, te podatak o dobi i stupnju obrazovanja (prilog 1). Za ovaj rad uzeti su podatci iz 522 upitnika koje su ispunile žene. U svrhu lakše obrade podataka ispitanice su prema dobi grupirane u pet skupina:

- 1) manje od 24 godina
- 2) od 25 do 34 godina
- 3) od 35 do 49 godina
- 4) od 50 do 64 godina
- 5) više od 65 godina

Prema stupnju obrazovanja ispitanice su podijeljene u šest skupina: (i) osnovna škola, (ii) srednja škola, (iii) studentica, (iv) prvostupnik, (v) magistra te (vi) doktor znanosti.

Prema izračunatom indeksu tjelesne mase ispitanice su podijeljene u prve četiri kategorije stupnja uhranjenosti, prema tablici 1:

- [1] pothranjenost,  $ITM_1 < 18,5 \text{ kg/m}^2$ ;
- [2] idealna tjelesna masa,  $ITM_2 = 18,5\text{-}24,9 \text{ kg/m}^2$ ;
- [3] prekomjerna tjelesna masa,  $ITM_3 = 25\text{-}29,9 \text{ kg/m}^2$ ;
- [4] pretilost,  $ITM_4 \geq 30 \text{ kg/m}^2$ .

Također su korišteni podaci o indeksu tjelesne mase od 1975.-2016. godine (NCD, 2018), kako bi se pokazale promjene u srednjim vrijednostima indeksa tjelesne mase ženske populacije u RH.

### 3.2. Metode

Iz podataka tjelesne mase i visine izračunat je indeks tjelesne mase (CDC, 2017):

$$ITM = \frac{\text{tjelesna masa (kg)}}{\text{tjelesna visina (m}^2\text{)}} \quad [1]$$

U prikazu promjena ITM kroz zadnjih 40 godina, korišten je interval pouzdanosti koji za bilo koju statističku mjeru predstavlja raspon mogućih vrijednosti unutar kojega se s izvjesnom vjerojatnosti nalazi ta statistička mjera populacije. U ovom radu je korišten kao raspon mogućih vrijednosti ITM.

Aritmetička sredina predstavlja mjeru sredine (centralne tendencije) tj. jednaki dio obilježja koji otpada na svaku jedinicu statističkog skupa. Aritmetička sredina nije dobar reprezentant podataka ako je razdioba asimetrična i broj podataka mali, a varijabilnost velika. U statističkoj analizi se aritmetička sredina opisuje kao moment prvog reda te se koriste momenti drugog reda za mjerenje disperzije, trećeg reda za mjerenje simetričnosti i četvrtog reda, za mjerenje razvučenosti podataka. Izračun parametara korištenih u prikazu rezultata slijedi s pripadnim jednadžbama (Petz, 2004; Vranić, 1958):

Aritmetička sredina ili moment 1 (M1)

$$\bar{X} = \frac{\text{suma svih rezultata}}{\text{broj rezultata}} \quad [2]$$

Standardna devijacija ili moment 2 (M2)

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad [3]$$

Koeficijent asimetrije ili moment 3 (M3)

$$\alpha_3 = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^3}{\sigma^3} \quad [4]$$

Koeficijent spljoštenosti ili moment 4 (M4)

$$\alpha_4 = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^4}{\sigma^4} \quad [5]$$

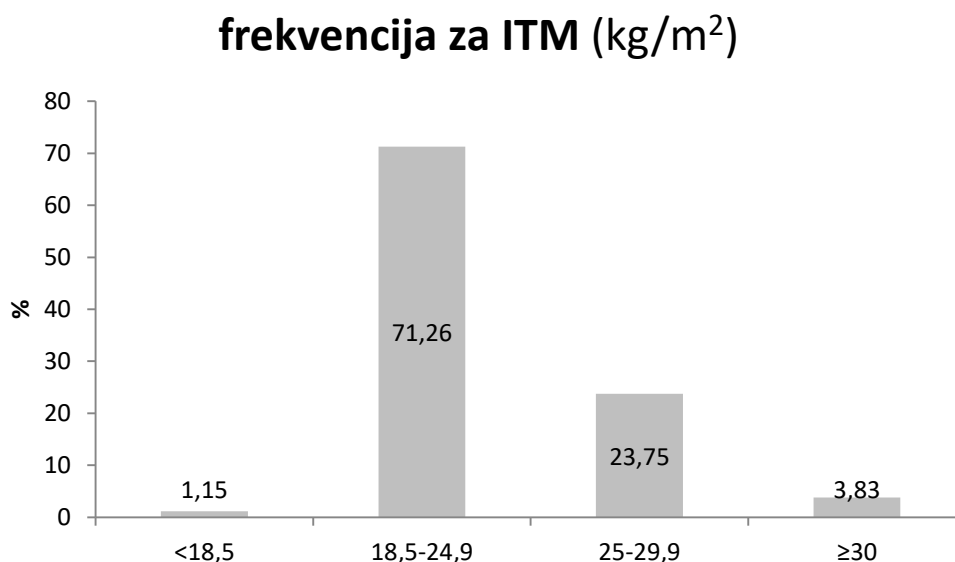
U izračunu i grafičkom prikazu rezultata korišten je program MS Excel.



## 4. Rezultati i rasprava

### 4.1. Distribucija indeksa tjelesne mase

Za populaciju koja je popunjavala upitnik u 2017. godini, prikazana je frekvencija raspodjele u razrede definirane od strane WHO (2018).

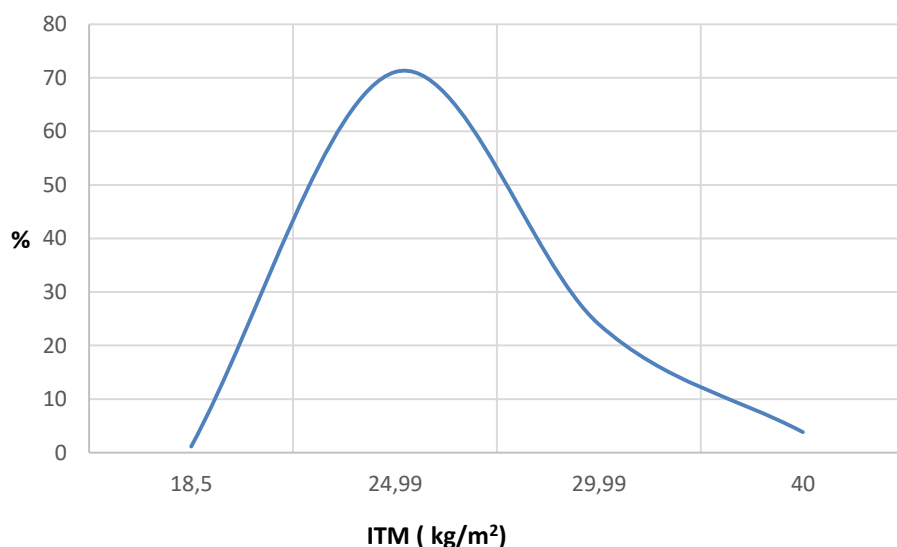


**Slika 6.** Raspodjela ITM prema 4 definirana razreda

Prema rezultatima frekvencija za ITM (slika 6), najveći udio žena je u skupini adekvatnog nutritivnog statusa odnosno adekvatnog stupnja uhranjenosti (71,3%) što je znatno više od prosječne vrijednosti za sve žene u RH (49,9%), prema zadnjim dostupnim podacima WHO baza (WHO, 2018a) žena. Mogućih razloga za značajno odstupanje je više, a jedan od najvjerojatnijih je samostalno ispunjavanje upitnika u kojem je moglo doći do davanja krivih informacija.

Pothranjenih osoba je oko 1% što je u skladu sa podacima dostupnim u WHO bazama (WHO, 2018a).

Kako bi prikaz bio jasniji, u grafičkom prikazu distribucije indeksa tjelesne mase, korištena je normalna distribucija (slika 7) za koju su izračunati i sva četiri momenta koji će osim distribucije oko srednje vrijednosti (M1) pokazati odstupanje (M2) te će pokazati i asimetriju (M3) te spljoštenost (M4). Navedeni momenti za populaciju iz upitnika prikazani su u tablici 3.



**Slika 7.** Prikaz normalne distribucije indeksa tjelesne mase

**Tablica 3.** Prikaz izračunatih momenata za indeks tjelesne mase (ITM) ženske populacije (n=522)

MOMENT	ITM (kg/m <sup>2</sup> )
M <sub>1</sub>	23,58
M <sub>2</sub>	3,10
M <sub>3</sub>	1,13
M <sub>4</sub>	5,03 (2,03)

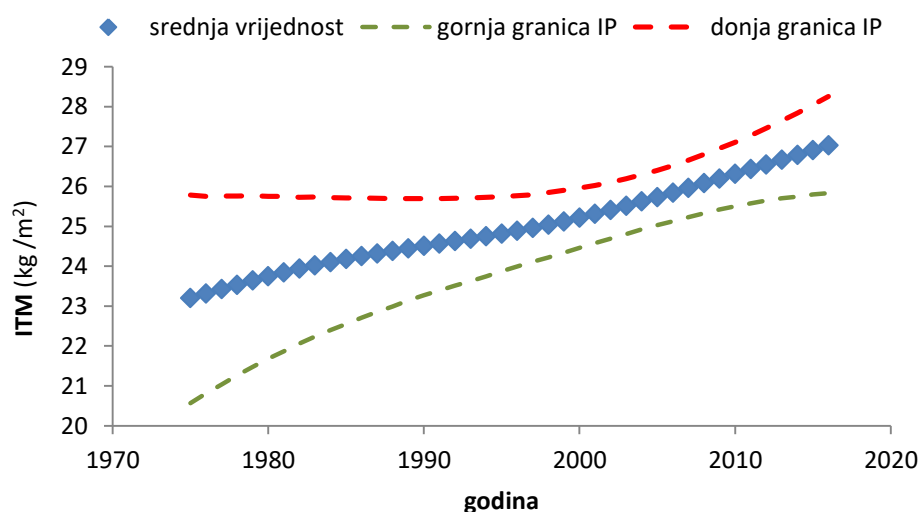
Prema izračunatim momentima za ITM (tablica 3) modeliranja je krivulja normalne distribucije (slika 7) te je vidljivo da je raspodjela pomaknuta na desnu stranu jer aritmetička sredina izračunatih ITM iznosi 23,58 kg/m<sup>2</sup>. Treći moment, tj. koeficijent asimetrije iznosi 1,13 kg/m<sup>2</sup> što je pozitivna asimetrija te također ukazuje na to da krivulja distribucije pokazuje pozitivnu asimetriju tj. asimetriju na desno, koja upućuje na veći udio onih koji su svojim vrijednostima veći od srednje vrijednosti. Ovaj rezultat, pozitivne simetrije je u skladu sa bojazni WHO (2018) kako je u svakoj populaciji veći broj onih koji spadaju u gojazne osobe.

Prema koeficijentu spljoštenosti koji iznosi 5,03 kg/m<sup>2</sup>, odnosno 2,03 kg/m<sup>2</sup> ukazuje se na postojanje izduženosti distribucije.

Za prikaz promjene srednje vrijednosti indeksa tjelesne mase (tablica 4 i slika 8) s pripadnim granicama za 95% interval pouzdanosti, korišteni su podaci NCD-RisC (Non-communicable diseases Risk Factor Collaboration) (2018).

**Tablica 4.** Prosječni ITM za žene u RH tijekom godina (NCD, 2018)

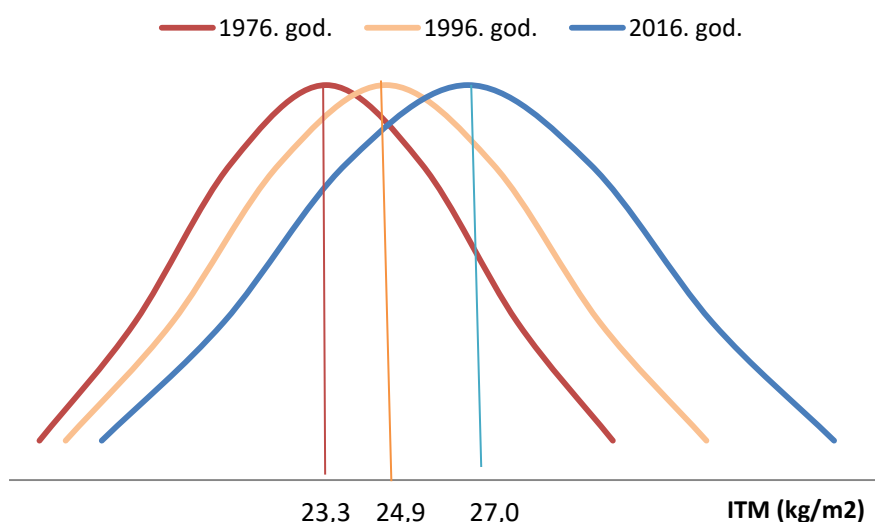
Godina	Prosječni ITM (kg/m <sup>2</sup> )
1976.	23,32
1986.	24,25
1996.	24,89
2006.	25,85
2016.	27,03



**Slika 8.** Prikaz promjene srednjih vrijednosti ITM za žene u hrvatskoj s pripadnim intervalom pouzdanosti (IP) od 95%.

Iz ovog prikaza je vidljivo da tokom vremena dolazi do porasta srednje vrijednosti indeksa tjelesne mase. Tako je ona 1976. iznosila 23,32 kg/m<sup>2</sup>, a 20 godina nakon toga 24,89 kg/m<sup>2</sup> što znači da je prosječna vrijednost porasla za 1,57 kg/m<sup>2</sup>. u 2016. godini prosječna vrijednost ITM iznosi 27,03 kg/m<sup>2</sup> što znači da je u zadnjih 20 godina došlo do porasta srednje vrijednosti za 2,14 kg/m<sup>2</sup>. Ovi podaci u skladu s tvrdnjom WHO-a da se broj pretilih osoba znatno povećava (WHO, 2017). Do značajnog porasta srednje vrijednosti ITM došlo je prvenstveno zbog promjene prehrambenih navika i načina života. Povećala je se konzumacija hrane visoke energetske, a niske nutritivne gustoće, industrijski prerađene hrane te hrane

bogate šećerima i mastima. Današnje društvo obilježava smanjenje tjelesne aktivnosti, sve je manje zanimanja koja obilježava težak tjelesni rad, sve manje ljudi pješaci ili vozi bicikl kao oblik prijevoza, povećava se sjedilački način života. Sve navedeno dovodi do ne ravnoteže energetskog unosa i potrošnje, a time i do povećanja tjelesne mase, odnosno indeks tjelesne mase (WHO, 2017).



**Slika 9.** Prikaz normalnih distribucija indeksa tjelesne mase za godine 1976.,1996. i 2016.

Prema podacima NCD-a (2018) vrijednosti ITM prikazane su normalnom distribucijom na slici 9. gdje je jasno vidljiv pomak srednje vrijednosti tokom godina kao što je već ranije opisano. Ako se promatra raspon od 20 godina (1976.-1996.), razlika u indeksu tjelesne mase je 1,5 kg/m<sup>2</sup>, ali srednje vrijednosti su i dalje u granicama za normalan BMI. Međutim kad se isti raspon godina pomakne od 1996. do 2016. godine, razlika je 2,1 kg/m<sup>2</sup> što je porast od 40%, što svakako potvrđuje zabrinutost Svjetske zdravstvene organizacije (2018), jer porast pretilih osoba povlači i porast obolijevanja od dijabetesa, kardiovaskularnih bolesti i sl (Bhurosy i Jeewon,2013).

U sljedećem dijelu rezultata (4.2. i 4.3.) prikazane su promjene indeksa tjelesne mase ovisno o dobi i stupnju obrazovanja.

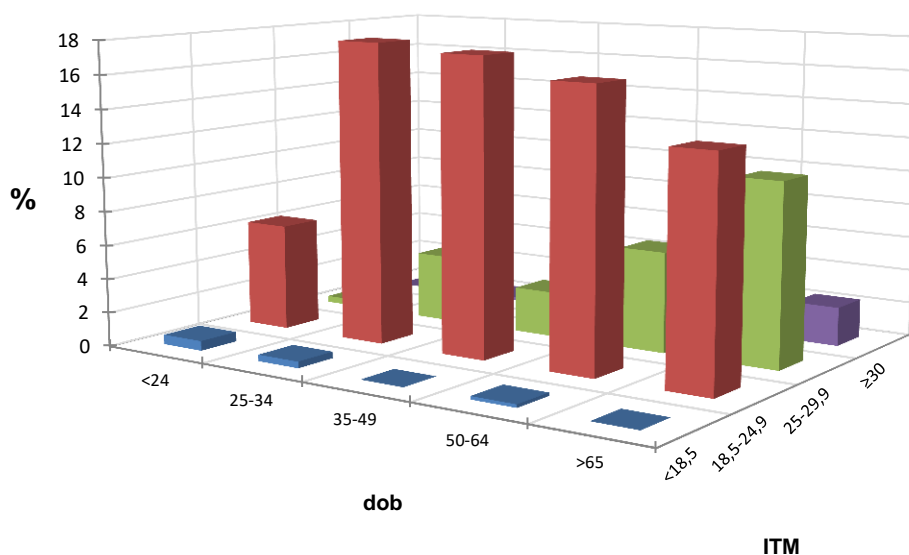
## 4.2. Ovisnost indeksa tjelesne mase o dobi

Kako bi bilo moguće prikazati ovisnost ITM o dobi ispitanica potrebno ih je prvo podijeliti u kategorije kako prikazuje tablica 5.

**Tablica 5.** Pripadnost ispitanika određenoj kategoriji indeksa tjelesne mase ovisno o dobi

DOB(godine)	ITM (kg/m <sup>2</sup> )			
	<18,5	18,5-24,9	25-29,9	≥30
<24	3	33	2	0
25-34	2	93	21	1
35-49	0	91	14	0
50-64	1	85	31	7
>65	0	69	56	12

Najveći udio ispitanica (17,81%, n=93) spada u kategoriju starosti od 25 do 34 godina, s ITM u rasponu 18,5-24,9 kg/m<sup>2</sup>. Indeks tjelesne mase manji od 18,5 kg/m<sup>2</sup> nema niti jedna ispitanica od 35 do 49 godina, kao ni starija od 65 godina. Također, niti jedna ispitanica mlađa od 24 te u rasponu 35-49 godina nema indeks tjelesne mase veći od 29,9 kg/m<sup>2</sup>. Ovi rezultati nisu u skladu s literaturnim podacima (Bhurosy i Jeewon 2013) te pretpostavljamo kako obuhvat ženske populacije u dobi od 25-34 godine ne predstavlja reprezentativni uzorak. Ostali udjeli prikazani su grafički na slici 10.



**Slika 10.** Prikaz raspodjele indeksa tjelesne mase prema dobi

### 4.3. Ovisnost indeksa tjelesne mase o stupnju obrazovanja

Na isti način kao i ovisnost ITM o dobi, određena je i ovisnost ITM ispitanica o stupnju obrazovanja. Podjela po kategorijama prikazana je u tablici 6.

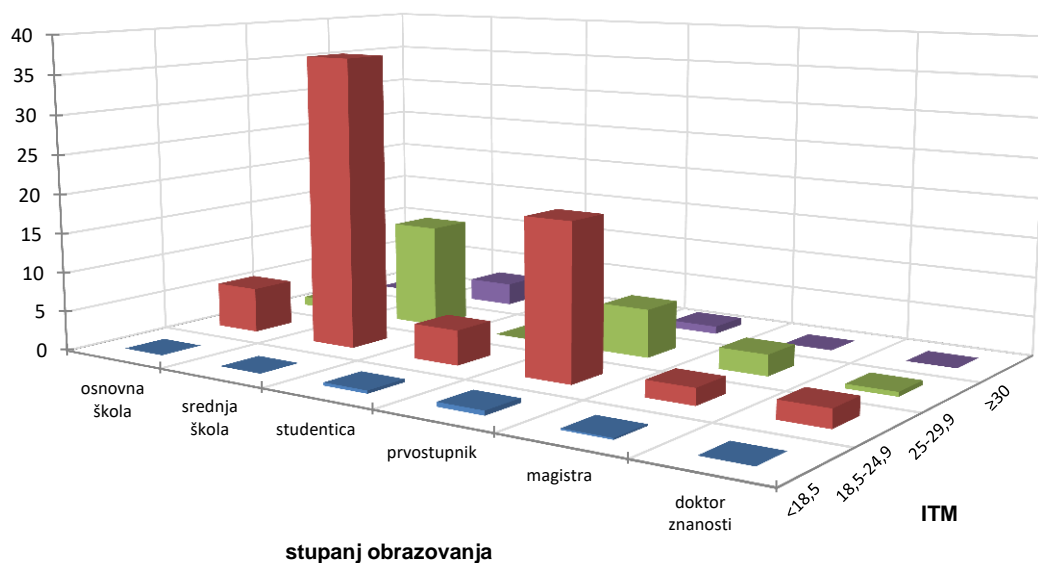
**Tablica 6.** Pripadnost ispitanika određenoj kategoriji indeksa tjelesne mase ovisno o stupnju obrazovanja

	ITM (kg/m <sup>2</sup> )			
stupanj obrazovanja	<18,5	18,5-24,9	25-29,9	≥30
osnovna škola	0	30	6	0
srednja škola	0	193	69	15
studentica	2	23	0	0
prvostupnik	3	102	32	5
magistra	1	11	14	0
doktor znanosti	0	12	3	0

Većina ispitanica (36,97 %) spada u kategoriju stupnja obrazovanja „srednja škola“ i ima indeks tjelesne mase u rasponu od 18,5 do 24,9 kg/m<sup>2</sup> (n=193). Niti jedna ispitanica u kategorijama stupnja obrazovanja „osnovna škola“, „srednja škola“ te „doktor znanosti“ nema ITM ispod 18,5 kg/m<sup>2</sup>.

Svim ispitanicama koje studiraju (kategorija: studentica, n=25), indeks tjelesne mase ne prelazi 25 kg/m<sup>2</sup>. Indeks tjelesne mase veći od 30 kg/m<sup>2</sup> imaju samo ispitanice koje spadaju u kategorije „srednja škola“ te „prvostupnik“. Ali kao i kod odnosa ITM vs. dob, to nije u skladu s literaturnim podacima (Bhurosy i Jeewon 2013), što je ponovno potvrda kako obuhvat ženske populacije ne predstavlja reprezentativni uzorak.

Ovisnost ITM o stupnju obrazovanja grafički je prikazana na slici 11.



**Slika 11.** Prikaz raspodjele indeksa tjelesne mase o stupnju obrazovanja

Raspodjela indeksa tjelesne mase ovisno o stupnju obrazovanja pokazuje kako je većina ispitanica u skupini normalno uhranjenih, neovisno o stupnju obrazovanja. Zatim slijedi skupina sa prekomjernom tjelesnom masom (ITM 25-29,9 kg/m<sup>2</sup>). Takav trend bio bi vrlo poželjan u populaciji, ali nije u skladu s prosjekom za RH koji je 2016. iznosio 27,03 kg/m<sup>2</sup> (NCD, 2018), što upućuje na znatno veći udio skupine s prekomjernom tjelesnom masom, jer 27 kg/m<sup>2</sup> predstavlja centralni moment oko kojega se raspoređuju standardna devijacija (M2) i ostala dva momenta; asimetrije i spljoštenosti.

## 5. Zaključak

- U ovom radu analizirani su podaci o osnovnim antropometrijskim značajkama (tjelesna visina i masa) žena u Republici Hrvatskoj koji su prikupljeni općim upitnikom 2017. godine. Prema tim podacima izračunati su indeksi tjelesne mase te je prikazana njihova distribucija ovisno o dobi (5 kategorija) i stupnju obrazovanja (6 kategorija). Na temelju tog prikaza zaključuje se da najviše ispitanica ima adekvatnu tjelesnu masu jer je srednja vrijednost ITM svih ispitanica  $23,6 \text{ kg/m}^2$ , ali sa pomakom prema gojaznosti.
- Slijedom navedenog, zaključuje se kako ispitanice ( $n=522$ ) ne predstavljaju reprezentativni uzorak ženske populacije u RH jer je u navedenom uzorku gotovo 71% ispitanica svrstan u kategoriju normalno uhranjenih ( $18,5\text{-}24,9 \text{ kg/m}^2$ ), jer je prema podacima WHO svega 49,9% u toj kategoriji u 2017. godini.
- U praćenju distribucije indeksa tjelesne mase za žene u RH korišteni su momenti centralne tendencije, kojima je praćena srednja vrijednost, standardna devijacija, asimetrija i spljoštenost.
- Navedeni momenti pokazuju pozitivnu desnu asimetriju, što je pokazatelj većeg udjela populacije čiji je ITM veći od prosjeka.
- Porast srednje vrijednosti indeksa tjelesne mase dokazuju i podaci NCD-a (2018) za vremensko razdoblje od zadnjih 40 godina. U razdoblju od 1976-1996. primjećuje se blagi porast srednje vrijednosti ITM, ali je i dalje u granicama normalne uhranjenosti.
- Veću zabrinutost predstavlja razdoblje od 1996.-2016. u kojem dolazi do porasta srednje vrijednosti ITM za  $2,1 \text{ kg/m}^2$  te s time i prijelaza u kategoriju prekomjerne tjelesne mase (prosjeak za ITM= $27 \text{ kg/m}^2$ ).
- Prikazom prvog momenta u promjenama vrijednosti indeksa tjelesne mase (srednja vrijednost=M1) vidljiv je značajan pomak u desno koji ukazuje na trend porasta pretilih osoba u promatranom populacijskom uzorku.



## 6. Popis literature

1. Bhurosy T., Jeewon R. (2013) Pitfalls Of Using Body Mass Index (BMI) In Assessment Of Obesity Risk. *Current Research in Nutrition and Food Science* **1**: 71-76 .
2. Brodie D., Moscrip V., Hutcheon R. (1998) Body Composition Measurement: A Review of Hydrodensitometry, Anthropometry, and Impedance Methods. *Nutrition* **14**: 296-310.
3. CDC (2017) Healthy Weight – About Adult BMI,  
<[https://www.cdc.gov/healthyweight/assessing/bmi/adult\\_bmi/index.html](https://www.cdc.gov/healthyweight/assessing/bmi/adult_bmi/index.html)>  
Pristupljeno 3. lipnja 2018.
4. CDC, Centers for Disease Control and Prevention (2018) Healthy weight – About Child & Teen BMI: Measure Children's Height and Weight Accurately at Home,  
<[https://www.cdc.gov/healthyweight/assessing/bmi/childrens\\_bmi/about\\_childrens\\_bmi.html](https://www.cdc.gov/healthyweight/assessing/bmi/childrens_bmi/about_childrens_bmi.html)> Pristupljeno 24. travnja 2018.
5. Clarys J.P., Provyn S., Marfell Jones M.J. (2005) Cadaver studies and their impact on the understanding of human adiposity. *Ergonomics* **48**: 1445-1461.
6. de Onis M., Habicht J. P. (1996) Anthropometric reference data for international use: recommendations from a World Health Organization Expert Committee. *The American Journal of Clinical Nutrition* **64**: 650-658.
7. Duren D.L., Sherwood R.J., Czerwinski S.A., Lee M., Choh A.C., Siervogel R.M., Chumlea W.C. (2008) Body Composition Methods: Comparisons and Interpretation. *Journal of Diabetes Science and Technology* **2**: 1139–1146.
8. Ellis K.J. (2001) Selected body composition methods can be used in field studies. *The Journal of Nutrition* **131**: 1589S-1595.
9. Freedman D.S., Horlick M., Berenson G.S. (2013) A comparison of the Slaughter skinfold-thickness equations and BMI in predicting body fatness and cardiovascular disease risk factor levels in children. *American Journal of Clinical Nutrition* **98**(6), 1417–1424.
10. Gallik S. (2013) Basic Statistical Analysis of Biological Dana: Basic Statistics, Mean and Standard Deviation, < [http://stevegallik.org/cellbiologyolm\\_statistics.html](http://stevegallik.org/cellbiologyolm_statistics.html)> Pristupljeno 24. svibnja 2018.
11. Mushtaq M.U., Gull S., Abdullah H.M., Shahid U., Shad M.A., Akram J. (2011) Waist circumference, waist-hip ratio and waist-height ratio percentiles and central obesity among Pakistani children aged five to twelve years. *BMC Pediatrics* **11**: 105-120.

12. Musić Milanović S. (2010) Demografske, bihevioralne i socioekonomske odrednice debljine odraslih u Hrvatskoj. Doktorska disertacija, Medicinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
13. NCD (2018) NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC): Adult Body mass index, <<http://ncdrisc.org/data-downloads-adiposity.html>> Pristupljeno 24. svibnja 2018.
14. Pauše Ž. (1993) Uvod u matematičku statistiku, 1. izd., Školska knjiga. str. 83.
15. Petz B. (2004) Osnovne statističke metode za nematematičare, 5. izd., Naklada Slap. str. 60-87.
16. Ujević D., Rogale D., Drenovac M., Pezelj D., Hrastinski M., Smolej Narančić N., Mimica Ž., Hrženjak R. (2005) Hrvatski antropometrijski sustav ususret Europskoj uniji. *Tekstil* **54**: 216-225.
17. Ujević D., Nikolić G., Brlobašić Šajatović B., Doležal K., Hrženjak R., Petrunić I., Smolej Narančić N., Klanac I., Šutina M., Lešina I. (2006) Antropometrijski instrumenti i njihova primjena: Podloga za nove hrvatske norme za veličinu odjeće i obuće. Zagreb: Zrinski d.d., str. 211-223.
18. Ujević D., Szivoczka L., Dimec M. (2003) Prikaz istraživanja i usporedbe sustava odjevnih veličina. *Tekstil* **52**: 611-620.
19. Vranić V. (1958) Vjerojatnost i statistika. Tehnička knjiga, Zagreb.
20. WHO (2017) Obesity and overweight, <<http://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>> Pristupljeno 24. travnja 2018.
21. WHO (2018) Body mass index – BMI, <<http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>> Pristupljeno 24. travnja 2018.
22. WHO (2018a) Global Database on Body Mass Index, <<http://apps.who.int/bmi/index.jsp>> Pristupljeno 25. svibnja 2018.

## **Izjava o izvornosti**

*Izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.*

Anja Karatović

Anja Karatović

**Prilog 1.** Primjer upitnika kojim su prikupljeni podaci – opći podaci

**I. OPĆI PODACI**

Spol	<input type="checkbox"/> ženski <input type="checkbox"/> muški		
Starost [godine]	<input type="checkbox"/> ≤ 24 <input type="checkbox"/> 25 – 34 <input type="checkbox"/> 35 – 44 <input type="checkbox"/> 45 – 54 <input type="checkbox"/> ≥55		
Obrazovanje	<input type="checkbox"/> osnovna škola	<input type="checkbox"/> SSS	<input type="checkbox"/> student
	<input type="checkbox"/> VŠS/VSS (viša škola / fakultet)		<input type="checkbox"/> mr / dr
Vaša masa [kg] i visina [cm]                      _____ kg                      _____ cm			
Da li ste alergični na neki prehrambeni proizvod?		<input type="checkbox"/> da	<input type="checkbox"/> ne